

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ В ТРЕТЬЕМ ТЫСЯЧЕЛЕТИИ: ХИМИЯ ВСТРЕЧАЕТСЯ С ЭКОЛОГИЕЙ

Л. В. Коломбет, Государственный научный центр прикладной микробиологии

С 25 по 30 июля 1999 г. в Израиле проходил XIV Международный конгресс по защите растений. Каждые 4 года специалисты, работающие в защите растений и смежных областях, собираются на очередную встречу, чтобы обсудить научные достижения и возникающие проблемы, обменяться опытом, определить цели и задачи, стоящие перед учеными и практиками сельского хозяйства.

Предыдущая встреча состоялась в июле 1995 г. в Нидерландах. На этот раз около 1000 участников Конгресса съехались из 79 стран в Иерусалим, где обсуждали важнейшие проблемы борьбы с вредными насекомыми, нематодами, возбудителями болезней и сорняками. Организатор Конгресса — Международная ассоциация наук по защите растений (IAPPS).

Конгресс проходил в Иерусалимском Международном Центре. Восемь залов этого современного, оборудованного по последнему слову техники здания были предоставлены для работы 34 секций, в том числе: «Новые разработки в области биопестицидов», «Методы применения пестицидов», «Интегрированная система защиты плодово-ягодных культур», «Интегрированная система защиты полевых культур», «Интегрированная система защиты растений в мелких фермерских хозяйствах», «Новые фунгициды, гербициды, инсектициды», «Пестициды растительного происхождения», «Генетически модифицированные микробные препараты», «Борьба с сорняками», «Карантинные вредители и возбудители болезней», «Определение и механизмы устойчивости растений к вредителям и болезням», «Эпифитотии и инвазии, вызываемые экономически значимыми вредными организмами», «Экологические аспекты применения пестицидов» и др.



Зал заседаний. Слева направо: В.Д. Надыкта — директор ВНИИБЗР (Краснодар), Ежи Липа — профессор Института защиты растений (Польша), В.А. Захаренко — академик РАСХН (Москва)

Пленарные заседания, симпозиумы, рабочие встречи, обсуждения стендовых сообщений, неформальные дискуссии продолжались с утра до позднего вечера. Делегация российских ученых на Конгрессе была немногочисленной. Ее возглавлял академик-секретарь Отделения защиты растений РАСХН В. А. Захаренко. Работы российских ученых в материалах Конгресса представлены весьма скромно. Это и понятно — в последние годы в материалы международных конгрессов, съездов и конференций включаются, как правило, тезисы только тех авторов, кто смог оплатить организационный взнос. Для наших ученых сегодня это оказывается непреодолимым барьером.

Преодолев финансовые трудности, мы приехали на Конгресс, поделились своими достижениями и узнали об успехах коллег в других странах мира. К сожалению, детально познакомиться с большинством представленных на Конгрессе работ оказалось не под силу (заседания шли одновременно в восьми залах, а стендовых сообщений представлено было около полутора тысяч). Полностью Материалы Конгресса опубликованы в «XIVth International Plant Protection Congress (IPPC), Plant Protection Towards Third Milenium — Where Chemistry Meets Ecology», Abstracts, Jerusalem, Israel, July 25-30, 1999, p. 187. Эту статью можно рассматривать лишь как фрагменты личных впечатлений с Конгресса. Поскольку я работаю в области разработки микробиологических средств защиты растений, мое внимание было уделено в основном докладам и стендовым сообщениям, посвященным этой тематике.

«Биопестициды в интегрированной системе защиты растений». В США ущерб от вредителей и болезней ежегодно составляет около 122 млрд долл. Интенсивно используются химические пестициды, хотя известны негативные последствия их применения для здоровья человека и состояния окружающей среды. Однако инвестиции государства и частного капитала в разработку биопестицидов составляют всего 100 млн долл. в год, тогда как в разработку химических препаратов — 2—3 млрд долл. Доход от применения биопестицидов ежегодно находится на уровне 60 млн долл., а от химических пестицидов — 24—25 млрд. Известно около 170 активных биоагентов, эффективных против 500 видов вредных организмов. В 1995 г. в США зарегистрировано 45 наименований биопестицидов, к 2000 г. их число возрастет до 100. Основные продуценты биопрепаратов — бактерии родов *Bacillus* и *Pseudomonas*, а также грибы рода *Trichoderma*.

«Инсектициды на основе Bt — настоящее и будущее». *Bacillus thuringiensis* {Bt} — наиболее широко применяемый продуцент биоинсектицидов, начиная с 1970-х годов. Чаще всего используются подвиды *Bt. kurstaki* и *Bt. aizawai*. Препараты на основе Bt — Эбл, Биобит, Костар и др. В последние годы активно ведутся исследования по созданию генетически модифицированных штаммов — продуцентов биопрепаратов. Стоимость разработки нового препарата на основе Bt — 3—5 млн долл., а химического инсектицида — 50—80 млн долл.



У входа в Иерусалимский Международный центр, где проходил конгресс. Справа — Л. В. Коломбет,

слева - Ирина Бильдер — научный сотрудник Института леса и грецкого ореха (Бишкек, Киргизия)

«Борьба с болезнями растений с помощью биофунгицидов». В настоящее время хорошо известно о важности почвенных микроорганизмов в борьбе с возбудителями болезней растений, однако разрешено и используется лишь несколько биофунгицидов (на основе грибов рода *Trichoderma*). Этот гриб не патогенен для растений, человека и животных, легко культивируется и готовится в товарной форме, которая длительно хранится; он сохраняет жизнеспособность в почве, подавляя рост широкого круга фитопатогенов. Отсутствие прогресса в открытии и коммерциализации новых биоагентов обусловлено, в основном, недостаточностью фундаментальных исследований в экологической микробиологии, а также из-за проблем, связанных с регистрацией новых биофунгицидов, трудностями в культивировании и приготовлении товарных форм, и, наконец, несоответствием затрат и эффективности. На разработку биофунгицида требуется по крайней мере 9 лет. Перспективно использование в качестве микофунгицидов авирулентных штаммов грибов рода *Fusarium*, а также антагонистов из рода *Gliocladium* и *Trichoderma*. Обнаружен вирулентный штамм гриба *Trichoderma* (*Trichoderma stromaticum* sp.nov. (Gary J. Samuels et al.), вызывающий гнили какао и агариковых грибов.

«Биогербициды. Их использование, ограничения и будущее». В последние 20 лет наблюдается увеличение интереса исследователей к проблеме создания биогербицидов. Гриб *Pleospora paraveracea* поражает опиный мак. На его основе разработан препарат Лильет, который получают культивированием мицелия гриба поверхностным способом. Конидии гриба стабильны при 4°C, болезнь растений развивается быстро, молодые растения более устойчивы к препарату. Из мицелия гриба выделили белок, обладающий гербицидной активностью. Препарат производит фирма Энкор (США, шт. Миннесота).

«Гиповирулентность патогенных грибов: уникальный механизм биологического контроля». Гиповирулентность — это феномен, когда изначально фитопатогенные грибы утрачивают вирулентность. Данное явление обнаружено у многих изолятов фитопатогенов. Его часто связывают с наличием микровирусов и дву-спиральной РНК (дсРНК). Показано, что дсРНК связана с митохондриями. Ее открытие стимулировало интерес к изучению влияния этих нуклеиновых кислот не только на физиологические и (или) регуляторные процессы в клетках грибов, но и на популяционную экологию грибных патогенов. Обсуждается также возможность практического использования этого явления для борьбы с возбудителями болезней. Изучали гиповирулентные штаммы грибов рода *Sclerotinia*, в клетках которых обнаружена дсРНК. Показано уменьшение зон поражения и снижение количества склероций при обработке листовых пластинок чувствительных растений смесью вегетативно совместимых вирулентных и гиповирулентных штаммов. Кроме того, авирулентный фенотип и дсРНК были переданы в большую часть склероций. Эксперименты, проведенные с вегетативно несовместимыми изолятами, не были успешными.

«Индукцированная устойчивость и воздействие на патогенетические процессы ферментов в качестве агентов биоконтроля». Микробные биоагенты действуют на патогены растений посредством конкуренции, микопаразитизма и антибиозиса. Еще один механизм биоконтроля — индукция болезнеустойчивости у растений под действием микробов-антагонистов. Например, обработка бактериальными или грибными клетками корней растений приводит к снижению восприимчивости последних к аэрогенным патогенам (мучнистая роса, белая и серая гнили). Коммерческий препарат на основе антагониста *Trichoderma harzianum* Т39 (Триходекс) индуцирует синтез секретлируемой протеазы, которая дезактивирует ферменты патогена на поверхности растения. В частности, против *Botrytis cinerea* на винограде он ингибировал активность пектиназ, глюканаз, хитиназ.

«Роль экстрацеллюлярных ферментов в разработке агентов биоконтроля в отношении почвенных патогенных грибов». Микопаразитическая активность многих грибных и бактериальных агентов против почвенных фитопатогенов рассматривается как один из главных механизмов их антагонистической активности. При этом на патоген действуют различные экстраклеточные гидролитические ферменты (хитиназы, бета-1,3-глюканазы, бета-1,4-глюканазы и протеазы). Энзиматические системы грибов рода *Trichoderma* хорошо изучены, в частности их хитиноподобный эффект. Хитиназы ингибируют *in vitro* прорастание спор и рост мицелия различных грибов, содержащих хитин в клеточной стенке. Совместное действие (синергизм)

экстрацеллюлярных гидролаз обнаружено при комбинации различных ферментов. Несмотря на интенсивное изучение хитиназы, мало известно о роли целлюлолитических ферментов в защите растений от патогенных оомицетов, содержащих целлюлозу в клеточной стенке. Протеазы, по-видимому, усиливают деградацию субстратных комплексов. Будущие исследования будут направлены на создание трансгенных штаммов хорошо изученных продуцентов биопрепаратов с экспрессией мультигенных комбинаций для того, чтобы усилить биологическую эффективность и экологическую устойчивость исходных штаммов.



*Л.В. Коломбет у стенда «Совместные испытания российского штамма *Trichoderma viride* и тайских препаратов Кетомиум и Триходерма в России и Таиланде»*

«Коммерсализация генетически модифицированных сельскохозяйственных культур». Первое генетически модифицированное растение получено 16 лет назад. Сейчас около 60 видов таких растений. Проведено более 40 тыс. испытаний в более чем 45 странах. В 1998 г. под трансгенными культурами было занято более 30 млн. га, что в 10 раз больше, чем в 1996 году, когда впервые посеяли генетически модифицированные культуры в США, Канаде, Мексике, Австралии, Аргентине, Китае и в Южной Африке. Затраты товаропроизводителей на инсектициды во всем мире составляют около 10 млрд долл. ежегодно. Тем не менее, 20—30% урожая теряется из-за вредителей. Гены инсектицидности из *Bt* используются для сохранения урожая хлопчатника, картофеля и зерновых культур. Всего получено 12 видов трансгенных растений с генами *Bt*, в числе которых соя, табак, кукуруза, рис, томаты, хлопчатник, картофель. Кроме генов, кодирующих эндотоксин *Bt*, для конструирования устойчивых растений используют гены, кодирующие ферменты и токсины беспозвоночных (например, низкомолекулярный токсин из скорпиона). Трансгенные хлопчатник, табак, картофель и пшеница широко возделывают в США. Начаты испытания трансгенного хлопчатника в Испании и Индии, трансгенной пшеницы — в Китае и Израиле. Кстати, тему конструирования трансгенных растений и новых штаммов-продуцентов биопрепаратов я бы назвала наиболее популярной в период работы Конгресса.

С природными грибными штаммами-продуцентами биофунгицидов работают в Канаде, США, Израиле, Турции, Италии, Аргентине, Финляндии, Бразилии. С бактериальными — в Польше, России, Германии,

Бразилии, Франции, Канаде, Китае, и Израиле. Фирма «АгроКаст» (США) выпускает препарат Серенада на основе *Bacillus subtilis*.

Широко изучаются пестициды растительного происхождения и феромоны насекомых. С энтомопатогенными нематодами работают в Англии, США, Китае и Израиле. В Японии, Швейцарии, Чехии, Бельгии проводят исследования по индукции резистентности растений к вредителям и возбудителям болезней. Учеными из Германии представлены интересные разработки по методам анализа остатков пестицидов в продуктах питания, почве и других объектах окружающей среды. В этом же направлении работают в Греции, Индии и Новой Зеландии. Со всех континентов были представлены обширные материалы по мониторингу особо опасных вредных агентов.

По окончании Конгресса для делегатов были организованы научные экскурсии, в одной из которых я принимала участие. Мы посетили сельскохозяйственное предприятие Невель Маон, расположенное на юго-западе Израиля. В районе, где годовые осадки не превышают 300 мм на севере и 100 мм на юге, созданы ирригационные системы, позволяющие вести растениеводство в условиях засушливого климата. Водные ресурсы Израиля — это река Иордан, озеро Кинерет и несколько небольших речных водохранилищ. Для орошения используют также природные источники и подземные воды. Во избежание дисбаланса в водоснабжении, резервуары пресной воды объединены в единую сеть. Ее центральная артерия — Государственный водовод, построенный в 1964 г. С тех пор через систему гигантских труб, тоннелей, каналов, водонапорных станций вода подводится и к густонаселенному центру страны, и к почти безводному югу. Нам показали, как на почти скальную поверхность земли укладывают трубы ирригационной системы, подающей растениям не только воду, но и удобрения и средства борьбы с болезнями. Затем трубы покрывают песчаной почвой, на поверхность которой наносят жидкий полимерный состав, предохраняющий ее от испарения. После этого поле готово под посев. Земли в этом районе песчаные и на первый взгляд совершенно не приспособленные для сельскохозяйственного производства. Тем не менее в зимний период здесь выращивают картофель, морковь, редис, а также манго, авокадо, земляной орех и хлопчатник. Около 3% населения Израиля живут в 270 кибуцах, которые всегда были и остаются основой израильского сельского хозяйства. Предприятие Невель Маон — это бурно развивающийся сельскохозяйственный центр, объединяющий 13 кибу-цов. Кибуци — уникальные кооперативы, где все решения принимаются на общем собрании, орудия труда и средства производства общие. Члены кибуца не получают зарплату, но обеспечены всем необходимым. Еда готовится на общей кухне и подается в общей столовой. Мы обедали в такой столовой самообслуживания. Даже посуду после обеда пришлось самостоятельно очистить от остатков пищи и сложить в посудомоечную машину. Затем мы посетили экспериментальную сельскохозяйственную станцию, где изучают особенности выращивания декоративных растений, которые поставляют на рынки не только Израиля, но и Европы.

Итак, очередной Конгресс завершил свою работу. Следующий — XV, состоится в Пекине 6-11 июля 2003 г.

XXI